

MANUFACTURE OF SILICON VIBRATION TYPE DISTORTION SENSOR

Publication number: JP2159769

Publication date: 1990-06-19

Inventor: HARADA KINJI; IKEDA KYOICHI; KUWAYAMA HIDEKI;
KOBAYASHI TAKASHI; WATANABE TETSUYA;
NISHIKAWA SUNAO; YOSHIDA TAKASHI

Applicant: YOKOGAWA ELECTRIC CORP

Classification:

- International: G01L9/00; H01L21/306; H01L29/84; G01L9/00;
H01L21/02; H01L29/66; (IPC1-7): G01L9/00;
H01L21/306; H01L29/84

- European:

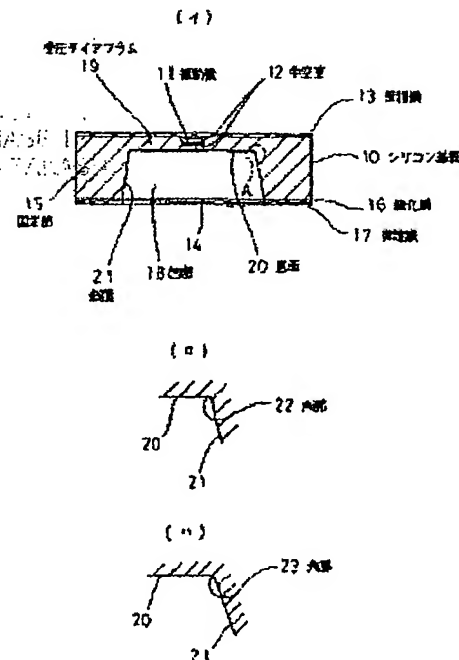
Application number: JP19880315601 19881214

Priority number(s): JP19880315601 19881214

Report a data error here

Abstract of JP2159769

PURPOSE: To improve a pressure diaphragm in fracture strength by a method wherein a recess is formed inside a silicon board through an anisotropic etching, and the acute corners of the recess are radiused through a specific etching liquid. **CONSTITUTION:** A recess 18 is formed inside a silicon board 10, and then acute corners 22 of the recess 18 are radiused 23 through a mixed etching liquid composed of 30-90% hydrogen fluoride, 10% or less nitric acid, and 10-70% water. And, the corners 23 can be optionally changed in the degree of radius by changing an anisotropic etching time. As mentioned above, the radius R is provided to the corners 22 respectively, and provided that R is equal to 10μm, the fracture stress of a diaphragm of this design can be made three times or more as large as that of one which has been only subjected to an anisotropic etching.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-159769

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)6月19日

H 01 L 29/84
G 01 L 9/00
H 01 L 21/306

B 7733-5F
C 7507-2F
B 7342-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 シリコン振動式歪センサの製造方法

⑯ 特 願 昭63-315601

⑰ 出 願 昭63(1988)12月14日

⑱ 発 明 者	原 田 謹 爾	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑱ 発 明 者	池 田 恭 一	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑱ 発 明 者	桑 山 秀 樹	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑱ 発 明 者	小 林 隆	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑱ 発 明 者	渡 辺 哲 也	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑱ 発 明 者	西 川 直	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑱ 発 明 者	吉 田 隆 司	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑲ 出 願 人	横河電機株式会社	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	
⑳ 代 理 人	弁理士 小沢 信助		

明 細 書

1. 発明の名称

シリコン振動式歪センサの製造方法

2. 特許請求の範囲

シリコン基板の内部に凹部が形成されて受圧ダイアフラムが形成されこの受圧ダイアフラムの一部が中空室とされこの中空室の中に所定の張力で両端を前記シリコン基板に固定する振動梁を形成するシリコン振動式歪センサの製造方法において、前記凹部を異方性エッチングで形成した後、弗化水素が30～90%、硝酸が10%以下、水分10～70%の範囲で混合されたエッチング液で前記凹部の鋭角部に丸みをつけて受圧ダイアフラムの破壊強度を向上させたことを特徴とするシリコン振動式歪センサの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、シリコン単結晶を用いて測定圧力に対応した歪みを周波数信号として検出するシリコ

ンを向上させるように改良されたシリコン振動式歪センサの製造方法に関する。

<従来の技術>

弾性を有するシリコン半導体で構成した受圧ダイアフラムの上に形成されて両端が固定された振動梁と、この振動梁を励振する励振手段と、この励振手段で励振されて生じる振動を検出する振動検出手段とで構成されたこの出願の改良のベースとなるシリコン振動式歪センサは、例えば本出願人より提出された特願昭59-42632号「圧力センサ」に開示されている。

このシリコン振動式歪センサの検出部について、第3図から第5図を用いてその概要を説明する。第3図はこの従来のシリコン振動式歪センサのセンサチップのカバーをとった構成を示す斜視図、第4図は第3図におけるX-X断面におけるカバーをつけた断面図、第5図は一部を省略した平面図である。

これ等の図において、1は弾性を有する半導体

このシリコン基板 1 の中央を掘って薄肉部を形成して測定圧力 P_m を受ける受圧部とした受圧ダイアフラムであり、この受圧ダイアフラム 2 は例えばシリコン基板 1 を異方性エッチングして作られる。その厚肉の周縁部 3 はこの薄肉の受圧ダイアフラム 2 を周縁で保持する。

4、5 は受圧ダイアフラム 2 の上に形成され、両端がシリコン基板 1 に固定された振動梁であり、振動梁 4 は受圧ダイアフラム 2 のほぼ中央部に、振動梁 5 は受圧ダイアフラム 2 の周辺部にそれぞれ位置している。

これ等の振動梁 4、5 は、具体的には例えば n 形シリコン基板 1 の上に第 1 の P⁺ 形エピタキシャル層を形成し、その中央部を切込んで電氣的に左右を分離し、この上に n 形エピタキシャル層を形成した後、さらに P⁺ 形エピタキシャル層を形成してこの上を酸化膜 SiO_2 で保護する。そして振動梁 4 の下部の空洞部はこの n 形エピタキシャル層をアンダーエッチングで形成する。

このようにして形成された振動梁 4 は、例えば

長さを l 、厚さを h 、幅を d とすれば、 $l = 100 \mu m$ 、 $h = 1 \mu m$ 、 $d = 5 \mu m$ の程度の大きさである。

受圧ダイアフラム 2 の上に形成された振動梁 4 の周囲は、例えばシリコンのカバー 6 を受圧ダイアフラム 2 に陽極接合などで接合して覆い、この内部を真空状態に保持する。なお、図示していないが振動梁 5 側も同じ様に形成する。この様にして、センサチップ 7 が形成される。

以上の構成において、第 2 の P⁺ 形エピタキシャル層である振動梁 4 (5) に対して第 1 の左右の P⁺ 形エピタキシャル層の間に共振回路を接続して共振を起こさせると、振動梁 4 (5) はその固有振動数で自励共振を起こす。この場合、カバー 6 の内部が真空状態にされ振動梁が真空の中に保持されるので、共振の鋭さを示す Q 値が大きくなり、共振周波数の検出が容易となる。

この自励共振の周波数は振動梁に印加される引張或いは圧縮応力に対応して互いに逆方向に変化する。第 4 図に示すように測定圧力 P_m が受圧ダ

— 3 —

イアフラム 2 に印加されると振動梁 4 は引張応力、振動梁 5 は圧縮応力を受ける。

したがって、振動梁 4 と 5 の固有振動数は測定圧力に対して差動的に変化し、これ等の差を演算することによって、2 倍の感度で測定圧力 P_m を知ることができる。

<発明が解決しようとする課題>

しかしながら、以上のような従来のシリコン振動式歪センサは、シリコン基板 1 をエッチング速度が結晶方位によって異なる異方性エッチングでエッチングして受圧ダイアフラムを形成するので、結晶面同志が鋭角に交わる。従って、受圧ダイアフラムに測定圧力が印加された場合に最大応力はこの鋭角部に発生し、測定圧力の最大値に制限を受けたり、レンジアビリティが制約を受けたりするという問題がある。

<課題を解決するための手段>

本発明は、以上の課題を解決するために、シリコン基板の内部に凹部が形成されて受圧ダイアフラムを形成する。

— 4 —

空室とされこの中空室の中に所定の張力で両端をシリコン基板に固定する振動梁を形成するシリコン振動式歪センサの製造方法において、凹部を異方性エッチングで形成した後、弗化水素が 30～90%、硝酸が 10% 以下、水分 10～70% の範囲で混合されたエッチング液で凹部の鋭角部に丸みをつけて受圧ダイアフラムの破壊強度を向上させるようにしたものである。

<作 用>

受圧ダイアフラムを形成するに際して、異方性エッチングでほぼ所定の形状の凹部を形成し、この後で所定の混合比を持つ等方性エッチング液を用いて受圧ダイアフラムの角部に丸みを付けて耐圧を向上させる。

<実施例>

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。第 1 図は本発明の 1 実施例の構成を示す製造手順の概要を示したものである。

10 はシリコン基板であり、このシリコン基板 10 にはあらかじめ、振動梁 11 がその中央部の

付近に形成され、その周囲は中空室12とされている。

このシリコン基板10の上面にはSiNなどの保護膜13が形成されている。その裏面14の周囲の固定部15を形成する部分は酸化膜(SiO₂)16とSiNなどの保護膜17がエッチングのマスクとして形成されている。

この状態で裏面14側をKOH/ヒドラジンなどのアルカリのエッチング液の中に浸漬すると、エッチングされるが、シリコンの結晶方位によりエッチング速度が異なるので、第1図(イ)に示すように凹部18が形成され、これにより受圧ダイアフラム19が形成される。凹部18の底面20は(100)結晶面であり、その周囲の斜面21は(111)結晶面が露出される。

このようにして形成された底面20と斜面21との交差面は第1図(ロ)に第1図(イ)のAの部分拡大して示すように鋭いエッジを持つ角部22となっている。

次に、この凹部18をHF-HNO₃系溶液、

例えばHF:30~90%、HNO₃≤10%、H₂O:10~70%の混合範囲のエッチング液で等方性エッチングを行うと、第1図(イ)のA部分を拡大した第1図(ハ)に示すように角部22は丸みをもった角部23となっている。

この角部23の丸みの程度は、エッチング時間を変えることによって任意に変更することができる。

第2図は丸みの大きさRと受圧ダイアフラムの破壊応力との関係を示したものである。

角形の受圧ダイアフラムの一辺の長さを2^{1/2}a、その厚さをt、弾性係数をE、破壊圧力をPとして全周辺を固定したときの破壊応力σは、次式で表すことができる。

$$\sigma = 0.615 \times a^2 P / t^2 E$$

そこで、シリコン基板10の裏面14を中央に圧力導入孔が穿設された基板チップ接合した状態で、この圧力導入孔に測定圧力を印加して角部23の丸みRを変えて受圧ダイアフラムがそれぞれ破壊したときの破壊圧力Pから上式を用いて破壊

- 7 -

応力σを求めてプロットしたものが第2図に示す特性図である。そして、この結果はシリコンの理論強度と一致している。

以上のようにして、角部に丸みRを付けることにより、例えばR=10μmのときの破壊応力σは異方性エッチングのみの場合に比べて、3倍以上になることがわかった。

<発明の効果>

以上、実施例と共に具体的に説明したように本発明によれば、受圧ダイアフラムの周面に丸みを持たせることにより、受圧ダイアフラムの破壊応力の限度が上り、この結果、レンジアビリティが大きくなり、また過大圧力に対する耐圧も大きくなった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の1実施例を示す概略の工程図、第2図は第1図に示す実施例の特性を示す特性図、第3図は、従来のシリコン振動式歪センサのセンサチップのカバーをとった構成を示す射视图、第

を付けた断面図、第5図は一部を省略した平面図である。

1…シリコン基板、2受圧ダイアフラム、4、5…振動梁、6…カバー、7…センサチップ、10…シリコン基板、11…振動梁、12…中空室、18…凹部、19…受圧ダイアフラム、20…底面、21…斜面、22、23…角部。

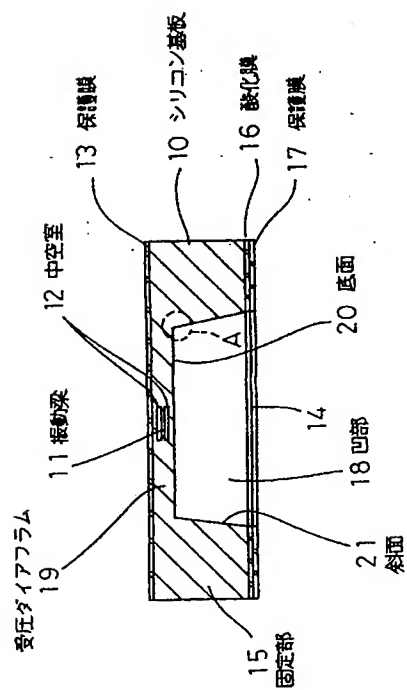
代理人 弁理士 小沢



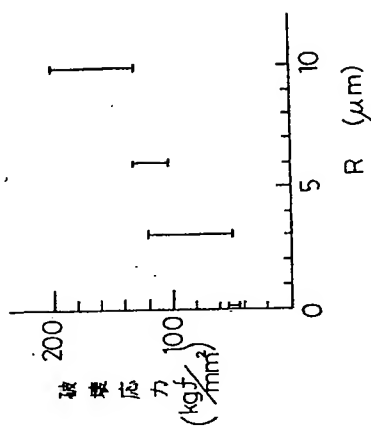
- 8 -

第 1 図

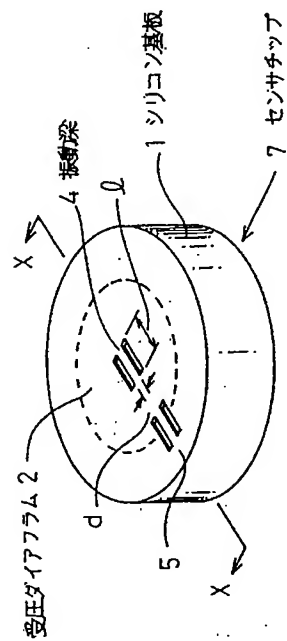
(イ)



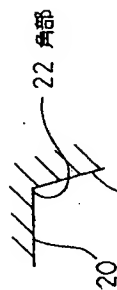
第 2 図



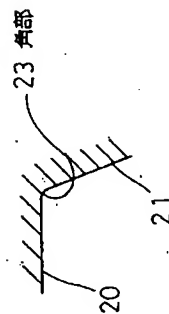
第 3 図



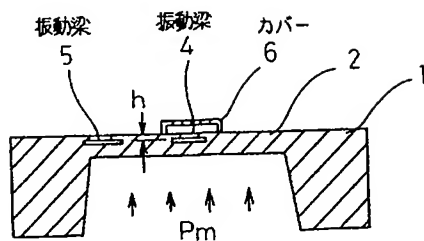
(ロ)



(ハ)



第 4 図



第 5 図

